



جمهوری اسلامی ایران

Islamic Republic of Iran

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

Institute of Standards and Industrial Research of Iran



استاندارد ملی ایران

۶۴۶۱-۱

چاپ اول

اسفند ماه ۱۳۸۱

ISIRI

6461-1

1st. edition

MAR. 2003

## قطعات فتوولتائیک -

قسمت اول: اندازه گیری مشخصه های جریان - ولتاژ

## قطعات فتوولتائیک








*Photovoltaic devices -*

*Part 1: Measurement of photovoltaic*

*current - voltage characteristics*



تیرم ۱۳۸۸

نشانی مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران : کرج - شهر صنعتی، صندوق پستی ۳۱۵۸۵-۱۶۳   
دفتر مرکزی : تهران - بالاتر از میدان ولیعصر، کوچه شهید شهامتی، پلاک ۱۴، صندوق پستی ۱۴۱۵۵-۶۱۳۹  
تلفن مؤسسه در کرج: ۰۲۶۱-۲۸۰۶۰۳۱-۸   
تلفن مؤسسه در تهران: ۰۲۱-۸۹۰۹۳۰۸-۹   
دورنگار: کرج ۰۲۶۱-۲۸۰۸۱۱۴ - تهران ۰۲۱-۸۸۰۲۲۷۶   
بخش فروش - تلفن: ۰۲۶۱-۲۸۰۷۰۴۵ - دورنگار: ۰۲۶۱-۲۸۰۷۰۴۵   
پیام نگار: Standard @ isiri.or.iran   
بهاء: ۷۵۰ ریال 

 **Headquarter : Institute Of Standards And Industrial Research Of Iran**  
**P.O.Box: Karaj – IRAN 31585-163**  
**Central Office : NO.14,Shahid Shahamati St. , Valiasr Ave. Tehran**  
**P.O.Box: 14155-6139**  
 **Tel.(Karaj): 0098 261 2806031-8**  
 **Tel.(Tehran): 0098 21 8909308-9**  
 **Fax.(Karaj): 0098 261 2808114**  
 **Fax.(Tehran): 0098 21 8802276**  
 **Email: Standard @ isiri.or.iran**  
 **Price: 750 RLS**

## آشنایی با مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب قانون، تنها مرجع رسمی کشور است که عهده‌دار وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) می‌باشد.

تدوین استاندارد در رشته‌های مختلف توسط کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان مؤسسه، صاحب‌نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط با موضوع صورت می‌گیرد. سعی بر این است که استانداردهای ملی، در جهت مطلوبیت‌ها و مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فنی و فن‌آوری حاصل از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع شامل: تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان، بازرگانان، مراکز علمی و تخصصی و نهادها و سازمان‌های دولتی باشد. پیش‌نویس استانداردهای ملی جهت نظرخواهی برای مراجع ذینفع و اعضای کمیسیون‌های فنی مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرات و پیشنهادها در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) چاپ و منتشر می‌شود.

پیش‌نویس استانداردهایی که توسط مؤسسات و سازمان‌های علاقمند و ذیصلاح و با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می‌شود نیز پس از طرح و بررسی در کمیته ملی مربوط و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی چاپ و منتشر می‌گردد. بدین ترتیب استانداردهایی ملی تلقی می‌شود که بر اساس مفاد مندرج در استاندارد ملی شماره «۵» تدوین و در کمیته ملی مربوط که توسط مؤسسه تشکیل می‌گردد به تصویب رسیده باشد.

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران از اعضای اصلی سازمان بین‌المللی استاندارد می‌باشد که در تدوین استانداردهای ملی ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی‌های خاص کشور، از آخرین پیشرفت‌های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی استفاده می‌نماید.

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران می‌تواند با رعایت موازین پیش‌بینی شده در قانون به منظور حمایت از مصرف‌کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست‌محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردها را با تصویب شورای عالی استاندارد اجباری نماید. مؤسسه می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری نماید.

همچنین به منظور اطمینان بخشیدن به استفاده‌کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و گواهی‌کنندگان سیستم‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه‌ها و کالیبره‌کنندگان وسایل سنجش، مؤسسه استاندارد اینگونه سازمان‌ها و مؤسسات را براساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران مورد ارزیابی قرار داده و در صورت احراز شرایط لازم، گواهی‌نامه تأیید صلاحیت به آنها اعطا نموده و بر عملکرد آنها نظارت می‌نماید. ترویج سیستم بین‌المللی یکاها، کالیبراسیون وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی از دیگر وظایف این مؤسسه می‌باشد.

## آشنایی با مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب قانون، تنها مرجع رسمی کشور است که عهده‌دار وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) می‌باشد.

تدوین استاندارد در رشته‌های مختلف توسط کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان مؤسسه، صاحب‌نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط با موضوع صورت می‌گیرد. سعی بر این است که استانداردهای ملی، در جهت مطلوبیت‌ها و مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فنی و فن‌آوری حاصل از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع شامل: تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان، بازرگانان، مراکز علمی و تخصصی و نهادها و سازمان‌های دولتی باشد. پیش‌نویس استانداردهای ملی جهت نظرخواهی برای مراجع ذینفع و اعضای کمیسیون‌های فنی مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرات و پیشنهادها در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) چاپ و منتشر می‌شود.

پیش‌نویس استانداردهایی که توسط مؤسسات و سازمان‌های علاقمند و ذیصلاح و با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می‌شود نیز پس از طرح و بررسی در کمیته ملی مربوط و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی چاپ و منتشر می‌گردد. بدین ترتیب استانداردهایی ملی تلقی می‌شود که بر اساس مفاد مندرج در استاندارد ملی شماره «۵» تدوین و در کمیته ملی مربوط که توسط مؤسسه تشکیل می‌گردد به تصویب رسیده باشد.

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران از اعضای اصلی سازمان بین‌المللی استاندارد می‌باشد که در تدوین استانداردهای ملی ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی‌های خاص کشور، از آخرین پیشرفت‌های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی استفاده می‌نماید.

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران می‌تواند با رعایت موازین پیش‌بینی شده در قانون به منظور حمایت از مصرف‌کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست‌محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردها را با تصویب شورای عالی استاندارد اجباری نماید. مؤسسه می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری نماید.

همچنین به منظور اطمینان بخشیدن به استفاده‌کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و گواهی‌کنندگان سیستم‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه‌ها و کالیبره‌کنندگان وسایل سنجش، مؤسسه استاندارد اینگونه سازمان‌ها و مؤسسات را براساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران مورد ارزیابی قرار داده و در صورت احراز شرایط لازم، گواهی‌نامه تأیید صلاحیت به آنها اعطا نموده و بر عملکرد آنها نظارت می‌نماید. ترویج سیستم بین‌المللی یکاها، کالیبراسیون وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی از دیگر وظایف این مؤسسه می‌باشد.

## پیشگفتار

استاندارد قطعات فتوولتائیک - قسمت ۱: اندازه‌گیری مشخصه‌های جریان - ولتاژ قطعات فتوولتائیک به روش ولتاژ مدار باز که توسط کمیسیون‌های مربوطه تهیه و تدوین شده و در دویست بیست و نهمین جلسه کمیته ملی استاندارد برق و الکترونیک مورخ ۸۱/۱۱/۹ مورد تایید قرار گرفته است، اینک به استناد بند ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ بعنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفتهای ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در مواقع لزوم تجدید نظر خواهد شد و هرگونه پیشنهادی که برای اصلاح یا تکمیل این استانداردها ارائه شود، در هنگام تجدید نظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین برای مراجعه به استانداردهای ایران باید همواره از آخرین تجدید نظر آنها استفاده کرد.

در تهیه و تدوین این استاندارد سعی شده است که ضمن توجه به شرایط موجود و نیازهای جامعه، در حد امکان بین این استاندارد و استانداردهای ملی کشورهای صنعتی و پیشرفته هماهنگی ایجاد شود.

منبع و مأخذی که برای تهیه استاندارد به کار رفته به کار رفته به شرح زیر است:

1- IEC 60904-1:1987, Photovoltaic devices: part 1. Measurement of photovoltaic current- voltage characteristics

## قطعات فتوولتائیک - قسمت ۱ :

### اندازه‌گیری مشخصه‌های جریان - ولتاژ قطعات فتوولتائیک

#### ۱ هدف و دامنه کاربرد

این استاندارد فرآیند اندازه‌گیری مشخصه جریان - ولتاژ (I-V) قطعات فتوولتائیک از جنس بلور سیلیکون را در زیر تابش طبیعی یا شبیه‌سازی شده نور خورشید بیان می‌کند. این فرآیند برای تک سلول خورشیدی، مجموعه‌ای از سلولهای خورشیدی و یا یک مدول پهن از سلولهای خورشیدی قابل اعمال است.

**یادآوری ۱ -** اصطلاح - آزمون<sup>۱</sup> - برای هر یک از این قطعات استفاده می‌شود.

**یادآوری ۲ -** این فرآیند محدود به قطعات خطی است.

#### ۲ مقررات عمومی اندازه‌گیری

۱-۲ اندازه‌گیری تابش با استفاده از وسیله مرجع کالیبره شده که در قسمتهای بعدی این استاندارد خواهد آمد، انجام می‌گیرد.

۲-۲ وسیله مرجع باید پاسخ طیفی مربوطه یکسانی با آزمون داشته و مطابق قسمتهای بعدی این استاندارد انتخاب و کالیبره شود.

۳-۲ دمای وسیله مرجع و نمونه باید با دقتی در حدود  $\pm 1$  درجه سلسیوس اندازه‌گیری شود. اگر دمای قطعه بیش از  $\pm 2$  درجه سلسیوس از دمایی که با آن کالیبره شده است، متفاوت باشد، مقدار کالیبراسیون باید با دمای اندازه‌گیری تنظیم شود.

- ۴-۲ سطح فعال نمونه باید در محدوده  $\pm 5$  درجه با سطح فعال وسیله مرجع هم‌صفحه باشد. نباید از باریکه‌ساز<sup>۱</sup> استفاده شود.
- ۵-۲ اتصالات آزمون در شکل ۱ نشان داده شده است.
- ۶-۲ ولتاژها و جریان‌ها باید با دقتی برابر  $\pm 0.5\%$  درصد بدون استفاده از ترمینال‌ها اندازه‌گیری شود.
- ۷-۲ جریان‌های اتصال کوتاه باید در ولتاژ صفر با استفاده از یک بایاس متغیر (ترجیحاً الکترونیکی) برای افت ولتاژ روی کل مجموعه مقاومتهای سری خارجی اندازه‌گیری شود. روش دیگر این است که وسیله اندازه‌گیری افت ولتاژ کل با مقاومت ۴ ترمیناله دقیق آماده اندازه‌گیری که ولتاژ آن بیش از ۳ درصد ولتاژ مدار باز قطعه نیست، در محدوده‌ای که در آن یک خط بارگذاری شده بین منحنی جریان - ولتاژ، در ولتاژ صفر بدون برون‌یابی، تعیین شود.
- ۸-۲ ولتمترها باید یک مقاومت داخلی که حداقل آن ۲۰ کیلو اهم بر ولت است، داشته باشند.
- ۹-۲ تمام دستگاهها باید در محدوده مقررات دقت در زمان اندازه‌گیری، تاییدیه<sup>۲</sup> کالیبراسیون داشته باشند.
- ۱۰-۲ فرآیند تصحیح دقت برای تابش و دما باید به صورت تناوبی با اندازه‌گیری عملکرد سطح طیف انتخابی و مقایسه آن با نتایج داده‌های برون‌یابی شده، بررسی گردد.

### ۳ اندازه‌گیری در تابش طبیعی

اندازه‌گیریها باید در تابش طبیعی فقط وقتی که کل تابش (خورشید + نور آسمان) در طی اندازه‌گیری بیش از  $\pm 1$  درصد افت‌وخیز ندارد، انجام شود.

وقتی که اندازه‌گیریهای مرجع در شرایط آزمون مورد نظر باشند، تابش باید کمتر از ۸۰۰ وات بر متر مربع [ $W/m^2$ ] باشد.

روش انجام آزمون بطریق زیر است:

1 - Collimators  
2- Certified

۱-۳ قطعه مرجع تا حد ممکن باید نزدیک و هم صفحه با نمونه باشد ، اما شعاع تابش باید بطور مستقیم و در محدوده  $\pm 10$  درجه باشد .

۲-۳ مشخصه جریان - ولتاژ ( I-V ) و دمای نمونه همزمان با ثبت جریان اتصال کوتاه و دمای قطعه مرجع ثبت شود . اگر کنترل دما امکان پذیر نباشد نمونه و/یا قطعه مرجع تا زمانی که با دمای محیط یکسان شود از نور خورشید و باد با استفاده از سایه محافظت شود و اندازه گیریها بلافاصله بعد از حذف سایه انجام شود .

**یادآوری -** در حالات زیادی ، تمایل به ماندن دمایی نمونه یا قطعه مرجع در محدوده تغییرات دمایی در طی چند ثانیه اول کمتر از ۲ درجه سلسیوس است و می توان در طی این مدت از تغییرات دمایی صرف نظر کرد .

۳-۳ تصحیح اندازه گیری مشخصه جریان - ولتاژ برای تابش اسمی و شرایط دمایی مطابق قسمتهای بعدی این استاندارد خواهد بود .

#### ۱۴ اندازه گیری تمت تابش شبیه سازی شده در حالت پایدار

شبیه سازی تابش در حالت پایدار برای اندازه گیری عملکرد قطعات فتوولتائیک باید با الزامات قسمتهای بعدی این استاندارد مطابقت نماید .  
روش انجام آزمایش بشکل زیر است :

۱-۴ قطعه مرجع با سطح فعال را روی صفحه آزمون تنظیم کرده و سپس قطعه را بصورت عمود بردستگاه که موازی با شعاع تابش باشد با اختلاف  $\pm 5$  درجه نصب شود .

۲-۴ تابش را روی صفحه آزمون تنظیم کرده سپس قطعه مرجع را در سطح اسمی جریان اتصال کوتاه کالیبره کنید .



۳-۴ قطعه مرجع را برداشته و آزمونه را همانند توضیحات بند ۴ نصب کنید .

**یادآوری** - اگر باریکه تابشی به اندازه کافی پهن و یکنواخت<sup>۱</sup> باشد نمونه می‌تواند کنار قطعه مرجع نصب شود .

۴-۴ بدون تغییر تنظیم شبیه‌ساز ، مشخصه‌های دما و جریان-ولتاژ آزمونه را ثبت کنید .  
درجائیکه کنترل دمای نمونه و/یا قطعه از باریکه تابش نور شبیه‌ساز عملی نیست ، مگر در جائیکه تغییرات دمای قطعه در محدوده  $\pm 2$  درجه سلسیوس از دمای محیط است ، با ایجاد سایه نمونه محافظت شده و اندازه‌گیری‌ها بلافاصله بعد از حذف سایه ( یادآوری بند ۲-۳ را ببینید ) انجام می‌شود .

۵-۴ اگر دمای آزمونه، دمای اسمی نیست ، تصحیح اندازه مشخصه جریان-ولتاژ برای دمای اسمی با استفاده از روشهای موجود در قسمتهای بعدی این استاندارد انجام خواهد شد .

## ۵ اندازه‌گیری پالس تابش شبیه‌سازی شده

پالس تابش شبیه‌سازی شده برای اندازه‌گیری عملکرد قطعات فتوولتائیک باید با الزامات قسمتهای بعدی این استاندارد مطابقت نماید .

روش انجام آزمون بطریق زیر است :

۱-۵ نصب آزمونه تا حد ممکن نزدیک قطعه مرجع با سطح فعال در صفحه آزمون صورت گیرد . قطعه مرجع و آزمونه باید موازی و در محدوده  $\pm 5$  درجه با خط مرکزی باریکه نور نصب شود .

۲-۵ تابش را در صفحه آزمون طوری که جریان اتصال کوتاه در مقدار اسمی قطعه مرجع کالیبره شود ، تنظیم کنید .

**یادآوری** - در بعضی شبیه‌سازهای پالسی ، پالس راه‌انداز مجزای سلول فتوولتائیک وقتی که قدرت تابش در یک سطح که قبلاً با یک قطعه مرجع تنظیم شده است ، انجام می‌گیرد.

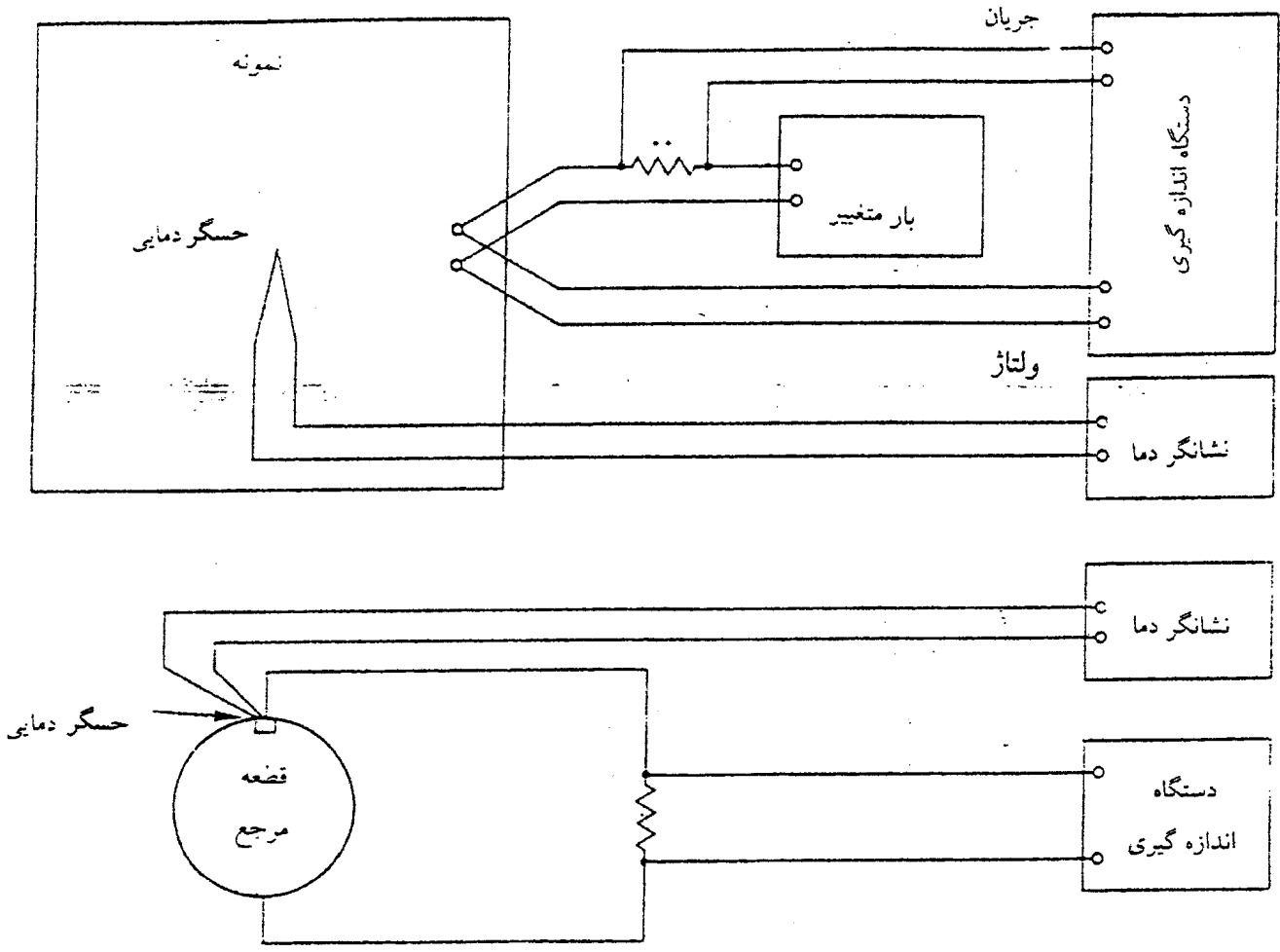
۳-۵ مشخصه جریان-ولتاژ و دمای آزمونه (یا محیط اگر با دمای آزمونه یکسان باشد) را ثبت کنید . زمانی بین نقاط داده باید ، برای کسب اطمینان از اینکه زمان واکنش (بازتاب) آزمونه و نرخ گردآوری داده‌ها در محدوده خطاهاست ، به اندازه کافی طولانی باشد .

۴-۵ تصحیح اندازه مشخصه جریان-ولتاژ با دمای اسمی مطابق قسمت‌های بعدی این استاندارد انجام می‌شود .

## ۶ گزارش آزمون

گزارش آزمون باید شامل داده‌های زیر باشد :

- توصیف و تعریف آزمونه ( سلول خورشیدی ، مجموعه‌ای از سلول‌های خورشیدی یا مدول )
- آزمون محیطی ( تابش طبیعی یا شبیه‌سازی شده ، در صورت استفاده از شبیه‌ساز ، مختصری توضیح و کلاس شبیه‌ساز )
- سطح تابش
- دمای نمونه و سطح قطعه مرجع
- توصیف و تشریح قطعه مرجع اولیه و/یا ثانویه ( سلول یا مدول )
- داده‌های کالیبراسیون ( زمان و مکان کالیبراسیون ، مقدار کالیبراسیون )
- انحراف از فرایند استاندارد
- نتایج آزمون



شکل ۱ - اتصالات آزمون